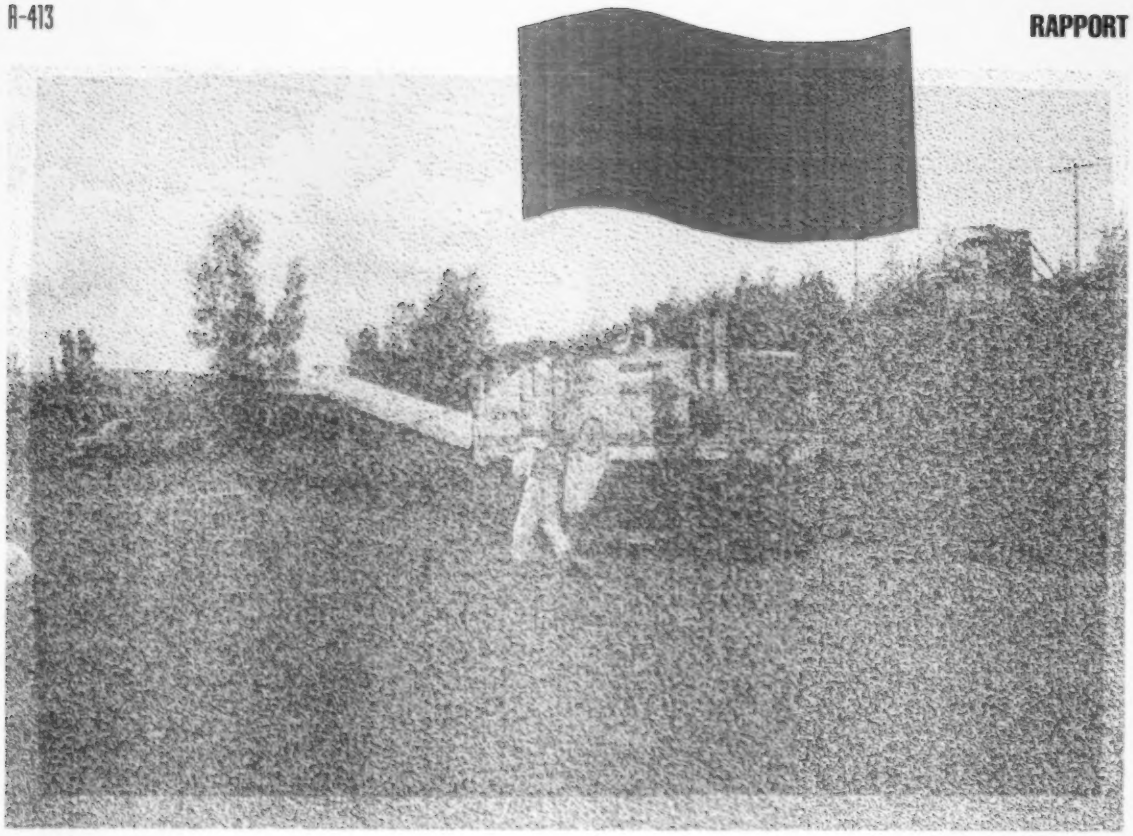
Revue de littérature sur l'utilisation de fibres d'amiante dans les enrobés bitumineux

ÉTUDES ET RECHERCHES

Guy Perrault
Chantal Dion

R-413

RAPPORT



irsst

Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.

NOS RECHERCHES
travaillent pour vous !

MISSION

- Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes.
- Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.
- Assurer la diffusion des connaissances, jouer un rôle de référence scientifique et d'expert.

Doté d'un conseil d'administration paritaire où siègent en nombre égal des représentants des employeurs et des travailleurs, l'IRSST est financé par la Commission de la santé et de la sécurité du travail.

POUR EN SAVOIR PLUS...

Visitez notre site Web ! Vous y trouverez une information complète et à jour. De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement.
www.irsst.qc.ca

Pour connaître l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par l'Institut et la CSST.
Abonnement : 1-877-221-7046

IRSST - Direction des communications
505, boul. De Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : (514) 288-1551
Télécopieur : (514) 288-7636
publications@irsst.qc.ca
www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, avril 2005

Revue de littérature sur l'utilisation de fibres d'amiante dans les enrobés bitumineux

ÉTUDES ET RECHERCHES

Guy Perrault
Consultant

Chantal Dion
Services et expertises de laboratoire, IRSST

RAPPORT

Cliquez recherche
www.irsst.qc.ca

Cette publication est disponible
en version PDF
sur le site Web de l'IRSST.

Cette étude a été financée par l'IRSST. Les conclusions et recommandations sont celles des auteurs.

CONFORMÉMENT AUX POLITIQUES DE L'IRSST

Les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document ont fait l'objet d'une évaluation par des pairs.

105-06292/

Table des matières

1 Introduction 3
2 Méthodologie 3
3 Bilan de la littérature 4
3.1 Exposition des travailleurs lors de la confection, de l'épandage et de la réfection des enrobés bitumineux contenant de l'amiante 4
3.1.1 Introduction 4
3.1.2 Mixage 5
3.1.3 Épandage 5
3.1.4 Réfection 5
3.1.5 Résumé 6
3.2 Bruit de fond dans l'environnement 7
3.2.1 Introduction 7
3.2.2 Résultats publiés 7
3.2.3 Résumé 8
3.3 Exposition aux autres substances présentes dans le bitume 9
3.3.1 Introduction 9
3.3.2 Émissions des enrobés bitumineux 9
3.3.3 Recyclage de l'asphalte 11
3.3.4 Résumé 11
4 Conclusion 12
5 Recommandations sur l'implantation d'un programme de surveillance environnementale avec les enrobés bitumineux 12
6 Remerciements 14
7 Références 15
8 ANNEXES 16

1 Introduction

À la demande du sous-comité sur les enrobés additionnés de fibres d'amiante[1], portant sur une revue de la littérature en regard à l'utilisation des fibres d'amiante dans les enrobés bitumineux[2], l'IRSST a mandaté M. Guy Perrault, Consultation en R&D et expertise en SST (7 mai 2003) pour effectuer ce travail en collaboration avec l'IRSST afin de rencontrer les objectifs suivants :

- Effectuer une revue de la littérature couvrant l'état des connaissances sur l'exposition des travailleurs lors de l'utilisation de fibres d'amiante dans les enrobés bitumineux;
- Documenter les niveaux de bruit de fonds en fibres d'amiante retrouvés dans l'environnement;
- Considérer la possibilité d'exposition des travailleurs à d'autres contaminants présents dans le bitume;
- Élaborer des recommandations sur l'implantation d'un programme de surveillance environnementale, incluant les considérations liées à tout le cycle de vie du bitume, la fabrication, l'utilisation, le recyclage et les rebuts.

La clientèle visée par cette revue de la littérature est constituée des membres du sous-comité sur les enrobés additionnés de fibre d'amiante, lequel sous-comité dépend du comité interministériel sur la politique d'utilisation accrue du chrysotile.

2 Méthodologie

Ce rapport effectue une revue des connaissances sur l'exposition à l'amiante des travailleurs, lors de l'utilisation de fibres d'amiante dans les enrobés bitumineux, en s'appuyant sur l'analyse critique des articles et rapports publiés dans la littérature scientifique et technique. Pour s'assurer de la qualité et de l'accessibilité de ces connaissances, les articles retenus proviennent de journaux scientifiques avec révision par les pairs, de rapports d'organismes internationaux ou gouvernementaux d'envergure scientifique reconnue, de base de données institutionnelles ou de thèses universitaires. La recherche bibliographique a été effectuée, à partir des années 1980, dans les sources bibliographiques suivantes : Chemical Abstracts, Toxline, CISDOC (Bureau International du Travail), INRS et HSELINE. Les articles ou rapports qui sont cités dans les références les plus récentes ne sont pas répétés, à moins qu'ils ne soient utilisés nommément dans le texte.

---

[1] Sous-comité sur les enrobés additionnés de fibres d'amiante composé de représentants du MSSS (Santé publique), du MENV, du MTQ, de la CSST et de l'IRSST et relevant du Comité interministériel.
[2] M. Nelson Rioux du MTQ, pour le sous-comité, à Chantal Dion, IRSST - 20 novembre 2002.

Différentes unités de mesures sont utilisées pour exprimer la concentration de fibres dans l'air : 1 f/cm^3 = 1 f/cc = 1 f/mL = 1000 f/L, et en microscopie électronique, des unités en nombre de structures dans l'air (s/L) sont également retrouvées. D'autres mesures ont été rapportées en ng/m^3, ce qui occasionne une problème d'équivalence avec les normes actuelles (1). Les résultats en ng/m^3 n'ont pas été utilisés dans la présente revue de la littérature.

3 Bilan de la littérature

3.1 Exposition des travailleurs lors de la confection, de l'épandage et de la réfection des enrobés bitumineux contenant de l'amiante

3.1.1 Introduction

La littérature scientifique contient peu d'articles qui traitent spécifiquement de l'exposition des travailleurs lors de l'utilisation de fibres d'amiante dans les enrobés bitumineux. Quelques articles datant d'une vingtaine d'années, rapportent l'exposition des travailleurs de la voirie à des fibres d'amiante dont la provenance était attribuée à l'usure des freins d'automobiles et de camions. Ces articles n'ont pas été retenus dans la revue de la littérature. Nous avons donc exploré les sources institutionnelles et les rapports techniques.

Fontaine, en France, dans un article portant sur la surveillance de l'exposition dans des professions hors des travaux d'enlèvement d'amiante, rapporte que la couche d'usure des revêtements routiers a contenu souvent 2% d'amiante jusqu'en 1995 et note une possibilité d'exposition des travailleurs routiers sans citer de résultats (2).

Selon un rapport de Dietrich et Grünthaler (3), l'Allemagne aurait ajouté de 0,4 à 1,0% d'amiante dans l'asphalte de 1968 et 1981, ce qui équivaut à environ 10 000 tonnes d'amiante (provenance italienne, grade 7M). Cette utilisation a incité les auteurs à essayer de déterminer l'émission d'amiante dans l'environnement. La microscopie électronique à balayage (MEB) a été utilisée pour compter et identifier les fibres (chrysotile, crocidolite et parfois amosite) après que les échantillons ont été soumis à un traitement par calcination à basse température, pour éliminer la fraction organique. La MEB pose un problème de résolution pour les fibres d'amiante ayant de faibles diamètres (< 0,2 µm) (1). De plus, les critères de comptage utilisés ne sont pas définis, ce qui rend difficile l'interprétation rigoureuse des résultats.

Burstyn (4), dans sa thèse de doctorat portant sur la détermination de l'exposition des travailleurs de l'asphalte, dans le cadre d'une étude épidémiologique dans sept pays européens en plus d'Israël, rapporte que l'utilisation d'amiante dans l'asphalte, en Europe, est demeurée constante entre 1960 et 1979, pour ensuite diminuer par un facteur d'environ 30 de 1979 à 1996. Toutefois, aucune valeur quantitative d'exposition à l'amiante des travailleurs du pavage n'est rapportée dans sa thèse.

Sans avoir la prétention d'être exhaustifs, les renseignements disponibles sont suffisants pour indiquer que l'utilisation de l'amiante dans l'asphalte date d'un bon nombre d'années.

3.1.2 Mixage

Dans la littérature scientifique et les documents techniques accessibles, nous n'avons pas trouvé de résultats sur l'exposition à l'amiante des travailleurs qui fabriquent le mélange asphalte-amiante. Au Québec, les procédés ont été élaborés pour que l'amiante en sac soit introduit directement dans le mélangeur de façon à éviter la dispersion des fibres d'amiante libres dans l'air. Un rapport du Ministère de la santé et des services sociaux note une possibilité de dépassement des normes dans une usine qui fabriquait des produits d'asphalte (5).

3.1.3 Épandage

Dans la littérature scientifique et les documents techniques accessibles, nous n'avons pas trouvé de résultats sur l'exposition des travailleurs à l'amiante lors du pavage des routes.

3.1.4 Réfection

La base de données « Evalutil » (6) de l'Institut de Santé Publique, d'Épidémiologie et de Développement, de l'Université Victor Segalen de Bordeaux, rapporte six résultats en zone respiratoire (moyenne arithmétique : 0,05 f/mL) qui s'appliquent à l'enlèvement et à la découpe de revêtement routier mince contenant 1% d'amiante (MEDIFLEX); deux ont été collectés en 1994 et quatre autres en 2002.

Dans la même base de données, l'évaluation des paramètres d'exposition par un groupe d'experts en santé et en sécurité du travail, effectuée à partir des informations recueillies soit au cours d'enquêtes épidémiologiques, soit lors de relevés d'hygiène industrielle, donne la matrice d'exposition reproduite au tableau 1, pour les manœuvres du secteur d'activité –« Bâtiments et travaux publics ». Ces matrices indiquent des expositions se situant entre 0,1 et 1,0 f/mL pour ces manœuvres. Toutefois, la nature du matériel contenant de l'amiante (e.g. revêtement routier) n'est pas précisée dans ces matrices. Il semble que les quelques résultats cités par Évalutil pour les manœuvres qui travaillent sur les revêtements routiers se situent plutôt près de 0,1 f/mL que de 1,0 f/mL.

Au Québec, le Ministère de la santé (7) a souligné les lacunes méthodologiques d'un projet-pilote de 1996, du Ministère des Transports et conclut : « D'après les chercheurs de l'IRSST et de la Direction de la santé publique de Montréal-Centre, une évaluation d'impact en bonne et due forme est nécessaire, surtout dans des milieux plus à risque, par exemple les tunnels et les autoroutes confinés en milieu urbain. D'ailleurs, une telle évaluation devrait être faite pour toute nouvelle utilisation à large échelle de l'amiante. »

Tableau 1 : Matrice emploi exposition pour l'exposition à l'amiante de manœuvres des bâtiments et travaux publics - Estimations			
Période	**Proportion de sujets exposés[1]**	**Intensité d'exposition[2]**	**Fréquence d'exposition[3]**
	(P en %)	**(I en f/mL)**	**(F en % du temps de travail)**
< 1930	0	-	-
1930 – 1950	0 – 10	0,1 – 1	5 - 30
1950 – 1985	0 – 10	0,1 – 1	5 - 30
> 1985	0 – 10	0,1 – 1	0 - 5

1 : Proportion de sujets exposés dans l'emploi pendant une année (P en %)
2 : Intensité d'exposition ou concentration moyenne de fibres sur une journée de travail pendant laquelle se produit l'exposition (I en f/ml)
3 : Fréquence d'exposition ou proportion de jours sur une année pendant laquelle se produit l'exposition (F en % du temps de travail)

3.1.5 Résumé

Les quelques informations techniques recueillies permettent de confirmer l'utilisation de l'amiante dans les enrobés bitumineux et de situer sommairement le niveau de concentrations potentielles dans la partie inférieure de la gamme des concentrations couvrant de 0,1 à 1,0 f/cc, pour certaines opérations de réfection des pavages. La situation québécoise lors du mixage devrait être approfondie. Ces résultats peuvent être mis en contexte en considérant que le règlement québécois sur la santé et sécurité du travail confère à l'amiante chrysotile une valeur d'exposition admissible de 1 f/cm^3 et une valeur d'exposition de courte durée de 5 f/cm^3, avec les notations C1 (un effet cancérogène démontré chez l'humain) et EM (une substance dont l'exposition doit être réduite au minimum).

Notons que nous n'avons pas trouvé d'articles ou de rapports qui traitaient de différentes classes d'asphalte ou qui nous permettaient de déduire des valeurs d'expositions en fonction de ces différentes classes.

3.2 Bruit de fond dans l'environnement

3.2.1 Introduction

Contrairement à l'exposition des travailleurs qui fabriquent ou utilisent les enrobés bitumineux contenant des fibres d'amiante, il existe un certain nombre d'articles et de rapports qui traitent des niveaux de bruit de fonds retrouvés dans l'environnement. L'INSERM (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale) en France (8) et le Ministère de la santé et des services sociaux au Québec (7) ont revu récemment les résultats publiés des concentrations d'amiante dans l'air extérieur en milieux urbains et ruraux à travers le monde.

3.2.2 Résultats publiés

En raison de la variabilité multiple au cours des années, tant au niveau des méthodes d'analyse, des méthodes d'échantillonnage, du traitement des échantillons que de la définition des critères de comptage et de calcul, il est très difficile de comparer les résultats des concentrations d'amiante dans l'air extérieur. Les résumés des deux sources disponibles sont reproduits en annexe aux Tableaux A1-A3 et à la Figure A1 afin d'en faciliter l'accessibilité au lecteur.

Les auteurs (7,8) s'accordent actuellement pour énoncer que, dans l'environnement, les numérations de fibres doivent être effectuées par microscopie électronique à transmission (MET) avec, en général, une caractérisation de la composition des fibres par l'énergie dispersive des rayons X (EDAX). La microscopie optique à contraste de phase (MOCP) ne serait pas utilisable dans ce contexte, parce qu'elle ne permet pas de différencier les fibres d'amiante des autres fibres naturelles ou synthétiques, minérales, inorganiques ou organiques, retrouvées dans les milieux de travail ou dans l'environnement en général. La MOCP peut être utilisée comme indicateur d'exposition dans les milieux de travail où il a été établi que la grande majorité des fibres dans l'air étaient des fibres d'amiante. Les abréviations « PCME » ou « Équivalent MOPC » dans les différentes références indiquent les équivalences en fibre optique en contraste de phase telles qu'analysées par MET.

Au delà des subtilités techniques, il apparaît clairement de l'ensemble de ces résultats qu'en milieu rural, en l'absence de sources ponctuelles, les concentrations de fibres dans l'air ne dépassent généralement pas 0,00001 (5) ou 0,0001(7) f/mL. Par contre, en milieu urbain, la très grande majorité des concentrations mesurées sont inférieures à 0,0001 (5) ou 0,005 (7) f/ml. Près des sources d'émissions industrielles, les concentrations peuvent augmenter notablement jusqu'à des dixièmes de f/mL dans les cas extrêmes. La variabilité des concentrations d'une saison à l'autre, peut aller jusqu'à un facteur 10.

Le rapport québécois a repris les résultats d'études sur l'air extérieur des villes minières par des organismes québécois tels que l'Association des mines d'amiante du Québec et

les Ministères de l'environnement du Québec et du Canada. Les résultats de ces études sont reproduits au tableau A3 et l'effet de la variabilité saisonnière de la pollution atmosphérique par l'amiante est résumé à la figure A1.

Au Québec, durant les années 80, des concentrations moyennes (arithmétiques) de 0,0006 et 0,0012 f/mL ont été mesurées à St-Étienne et à Montréal respectivement, tandis que des concentrations moyennes de 0,052, 0,74 et 0,189 f/mL étaient obtenues à Asbestos, Thetford-Mines et Black-Lake. Ceci démontre une concentration de fibres dans les villes minières beaucoup plus élevée qu'ailleurs en province. De plus, la composition des fibres observées était principalement du chrysotile, mais de la trémolite (environ 0,0009 f/mL) a aussi été mise en évidence. Nous n'avons pas de mesures récentes par MET au Québec qui indiqueraient si le bruit de fond dans les différentes régions a changé depuis ce temps.

En France, le rapport de l'INSERM publié en 1997 (8) s'est référé, en plus des références mentionnées au rapport québécois, aux résultats de Howitt *et al.* (9) qui sont repris au tableau 2.

Tableau 2 :
Concentrations moyennes en amiante (f/cm^3) mesurées dans l'air extérieur

Description	Méthode de mesures	
	MET[1]	Équivalent MOCP[2]
48 sites, États-Unis	0,00039	0,000001
2 sites, Sacramento	0,001	0,000003
8 sites, Baie de San Francisco	0,001	0,000003
8 sites, Los Angeles, South Coat Air Bassin	0,009	0,000003
San Diego	0,003	0,000009
San Jose	0,15	0,000047

[1] : MET = microscopie électronique en transmission
[2] : MET en appliquant aux données les mêmes critères de comptage que la microscopie optique à contraste de phase.

Dietrich et Grünthaler (3), dans leur rapport cité à la section sur l'utilisation de l'amiante dans les enrobés bitumineux, indiquent des concentrations de 0,00040 f/mL d'air à des postes d'échantillonnage adjacents aux routes pavées avec de l'asphalte contenant de l'amiante, comparativement à des maximums de 0,00003 f/mL d'air près de routes sans amiante. Les limites techniques de cet article ont été discutées précédemment.

3.2.3 Résumé

En l'absence de sources ponctuelles, les concentrations de fibres dans l'air en milieu rural ne dépasseraient pas 0,00001 ou 0,0001 f/mL, selon la littérature consultée. Par contre, en milieu urbain, la très grande majorité des concentrations mesurées serait inférieure à 0,0001 ou 0,005 f/ml. Près des sources d'émissions industrielles, les concentrations

peuvent augmenter notablement jusqu'à des dixièmes de f/mL dans les cas extrêmes et d'une saison à l'autre, les concentrations peuvent varier jusqu'à un facteur 10.

Les données québécoises disponibles ont démontré des concentrations de fibres dans les villes minières beaucoup plus élevées (0,052 à 0,189 f/mL) qu'ailleurs en province (<0,0012 f/mL). La composition des fibres observées dans les villes minières était principalement du chrysotile, mais de la trémolite (environ 0,0009 f/mL) a aussi été mise en évidence.

3.3 Exposition aux autres substances présentes dans le bitume

3.3.1 Introduction

Le mélange complexe des fumées d'asphalte peut contenir d'autres cancérogènes que l'amiante, tels le benzo(a)pyrène et certains autres hydrocarbures polycycliques aromatiques, dont il faut tenir compte pour assurer la protection de la santé des travailleurs. En effet, l'ajout de l'amiante à l'enrobé bitumineux peut modifier l'émission ou l'activité d'un de ces cancérogènes. Par exemple, l'ajout de l'amiante pourrait augmenter suffisamment la viscosité du mélange pour nécessiter le recours à une température d'épandage plus élevée que l'asphalte « conventionnel » et augmenter, par le fait même, la formation et l'émission de benzo(a)pyrène. Cet état de fait incite à la prudence, en l'absence d'informations sur l'effet simultané de plusieurs substances.

En dernier lieu, la politique d'utilisation accrue et sécuritaire de l'amiante chrysotile au Québec, indique bien à son dernier paragraphe que : « Des travaux de surveillance seront aussi menés pour vérifier l'ensemble des contaminants présents en milieu de travail et le respect des normes visant la protection de la santé et de l'environnement. »

Pour toutes ces raisons, il semble opportun dans la revue bibliographique de se questionner brièvement sur les connaissances actuelles de l'exposition des travailleurs aux substances autres que l'amiante qui peuvent être présentes dans la formulation et les émissions d'enrobés bitumineux.

3.3.2 Émissions des enrobés bitumineux

Burstyn (4) a présenté récemment une revue exhaustive de la littérature, entre autres sur les paramètres du procédé qui influencent l'émission des fumées d'asphalte, des composés organiques volatils et des hydrocarbures polycycliques aromatiques, dont le benzo(a)pyrène. Il note :

- La composition, en soulignant que la plupart des pays européens ont cessé d'utiliser le goudron de houille durant les dernières décades;
- La méthode d'application, selon l'échelle d'émission suivante : béton bitumineux coulé ≥ repavage > asphalte chaud, surfaçage > applications froides;

- La température, avec la recommandation d'une température d'épandage inférieure à 150 °C;
- La teneur en composés organiques volatils.

Il serait donc souhaitable dans le cadre des évaluations environnementales des enrobés bitumineux contenant de l'amiante, de s'assurer que la température d'épandage soit inférieure à 150°C et que le goudron de houille ne soit pas ou n'ait pas été utilisé. De toute façon, il faudrait insérer dans la stratégie de surveillance environnementale d'un éventuel programme de prévention, une évaluation des fumées de bitume et de benzo(a)pyrène. L'exposition à la silice cristalline est limitée aux travailleurs qui doivent manipuler les agrégats.

Dans cette étude européenne d'envergure sur le risque cancérogène de l'exposition des travailleurs de l'asphalte entre <1960 et 1996, les auteurs ont décrit l'exposition quantitative à la fumée d'asphalte, aux vapeurs organiques et au benzo(a)pyrène chez les travailleurs de l'asphalte, dont les paveurs.(10). De plus, ils ont réalisé une estimation semi-quantitative de l'exposition de l'ensemble des travailleurs de 237 industries européennes de l'asphalte, aux fumées d'asphalte, au goudron de houille, aux vapeurs organiques, aux hydrocarbures polycycliques aromatiques, aux fumées de diesel, à la silice cristalline et à l'amiante. Les tableaux 3 et 4, tirés de cette publication, résument les résultats quantitatifs entre 1990 et 1996 pour les travailleurs du pavage et la comparaison entre l'exposition des travailleurs du pavage et du mixage d'ingrédients.

Les évaluations semi-quantitatives, qui ont été réalisées dans le cadre de l'étude épidémiologique, ne peuvent être utilisées pour chiffrer l'exposition en zone respiratoire des travailleurs, puisqu'elles se basent sur la possibilité de contact du travailleur avec la substance et l'avis d'experts sur les groupes les plus susceptibles d'être exposés et non pas sur des mesures réelles de concentration dans l'air.

Tableau 3 :
Évaluation quantitative, en zone respiratoire, de l'exposition des travailleurs du pavage entre 1990 et 1996 (tiré de la référence 10)

Substance	N[1]	MA[2]	É-T[3]	Min.[4]	Max.[5]
Fumées d'asphalte (mg/m^3)	93	0,44	0,28	0,06	2,24
Vapeurs organiques (mg/m^3)	87	6	4	1	31
Benzo(a) pyrène (µg/m^3)	87	0,024	0,046	0,005	0,403

[1] : nombre de valeurs [2] : moyenne arithmétique [3] : écart-type
[4] : valeur minimale [5] : valeur maximale

Tableau 4 :
Comparaison des moyennes géométriques des concentrations en zone respiratoire des travailleurs du pavage et du mixage dans sept industries européennes (tiré de la référence 10)

Poste	Fumées de bitume (mg/m^3)	Vapeurs organiques (mg/m^3)	Benzo(a)pyrène ($\mu g/m^3$)
Pavage	0,15 (557)[1]	1,84 (303)	0,20 (320)
Mixage	1,12 (64)	2,31 (47)	0,24 (51)

[1] : nombre de résultats

Il est intéressant de noter que les auteurs ont confirmé l'homogénéité des résultats d'exposition des équipes de pavage, aux fumées de bitume (pétrole) et au benzo(a)pyrène. Cette observation indique que le choix de travailleurs au hasard selon les règles statistiques d'échantillonnage, peut permettre d'évaluer correctement l'exposition des membres de l'équipe. Ceci ne s'applique cependant pas en présence de composés volatiles ou de goudron de houille.

En comparant ces résultats aux valeurs d'exposition moyennes pondérées (VEMP) de 5 mg/m^3 pour les fumées d'asphalte (pétrole) et de 5 ($\mu g/m^3$) pour le benzo(a)pyrène, dans le Règlement québécois sur la santé et sécurité du travail (11), force est de constater que les expositions des travailleurs à ces deux substances, durant les années récentes, sont inférieures à la VEMP avec possibilité occasionnelle de rapprochement de la demi-norme pour les fumées de bitume. De plus, les auteurs n'ont pas observé de différence statistiquement significative entre les expositions des travailleurs du pavage et du mixage en Europe.

3.3.3 Recyclage de l'asphalte

En annexe à sa thèse de doctorat, subventionnée par le CIRC (Centre international de recherche sur le cancer), Burstyn (4) remarque le peu d'informations dans la littérature scientifique sur l'exposition des travailleurs de l'asphalte, affectés au recyclage des pavages en enrobés bitumineux. Ces opérations européennes, de chauffage de la vieille surface avant la collecte, de reformulation et de repavage à chaud, augmenteraient par un facteur de 2 à 13, les concentrations de fumées de bitume et de 5 à 11, les concentrations de benzo(a)pyrène. L'auteur mentionne les résultats d'études qui ont été faites en Hollande sur d'anciens revêtements contenant des goudrons de houille, comparativement à des revêtements sans goudron de houille, l'exposition moyenne des travailleurs au benzo(a)pyrène passant de 0,12 $\mu g/m^3$ (n = 36) à 0,02 $\mu g/m^3$ (n = 14).

3.3.4 Résumé

La revue des connaissances actuelles indique les paramètres des procédés qui permettent de contrôler les émissions des enrobés bitumineux, soit la composition, la méthode

d'application, la température du mélange lors de l'épandage et la teneur en composés organiques volatils. Les substances pour lesquelles des résultats quantitatifs sont disponibles sont les fumées d'asphalte, les hydrocarbures polycycliques aromatiques dont le benzo(a)pyrène, les composés organiques volatiles et les poussières. En général, les expositions rapportées lors de l'utilisation d'asphalte « conventionnel », sont en deçà des valeurs d'exposition admissibles québécoises. Toutefois, les données sont insuffisantes pour se prononcer dans le cas des opérations de recyclage.

4 Conclusion

Quoique les revêtements d'amiante-asphalte aient été probablement utilisés abondamment dans le passé, il y a très peu de données dans la littérature scientifique et technique sur le volume d'utilisation de ce mélange et sur l'exposition des travailleurs de l'asphalte que ce soit à l'amiante ou aux autres contaminants dont la concentration en zone respiratoire des travailleurs peut être influencée par la présence d'amiante.

Par contre, il y a beaucoup de données publiées sur l'exposition des travailleurs de l'asphalte « conventionnel » aux diverses émissions provenant du mixage, de l'épandage et de la réfection des enrobés bitumineux et sur les moyens de contrôler ces émissions. Ces données identifient la présence possible de la fumée d'asphalte, des vapeurs organiques, du benzo(a)pyrène et des autres hydrocarbures polycycliques aromatiques, du goudron de houille, des fumées de diesel, de la silice cristalline et des poussières. Par contre, il ne semble pas y avoir de données sur le recyclage et la disposition des enrobés bitumineux à la fin de leur cycle de vie utile.

5 Recommandations sur l'implantation d'un programme de surveillance environnementale avec les enrobés bitumineux

Avant de procéder à l'évaluation environnementale de tout milieu de travail, il importe de bien établir les objectifs de l'intervention. Si l'objectif est la prévention des maladies professionnelles, la loi québécoise sur la santé et la sécurité du travail incite à établir un programme de prévention qui inclura un programme de santé. Lorsque le programme de santé identifie des postes de travail où il peut y avoir exposition à des substances chimiques, le Guide d'échantillonnage de l'IRSST (12) propose un schéma décisionnel d'évaluation de l'exposition qui vise à comparer les concentrations de substances en milieu de travail à des valeurs de référence ou aux valeurs d'exposition admissibles, énumérées dans le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) (11). Ce schéma décisionnel est composé de six étapes :

1. Identification des expositions potentielles
2. Collecte des informations sur le milieu de travail
3. Évaluation préliminaire de l'exposition
4. Exploration des données disponibles et pertinentes
5. Évaluation approfondie de l'exposition
   5.1 Support statistique

5.2 Éléments de base du traitement statistique
5.3 Limites de confiance
5.4 Décision de dépassement ou de non-dépassement
5.5 Choix des travailleurs exposés
5.6 Sélection des conditions représentatives de l'exposition
6. Périodicité du suivi environnemental

En prenant comme exemple les enrobés bitumineux contenant de l'amiante, mais sans aller dans les détails, la revue des connaissances indique que les expositions potentielles (étape 1) comprendraient évidemment l'amiante, mais aussi les fumées de bitume, le benzo(a)pyrène et quelques autres hydrocarbures polycycliques aromatiques, le goudron de houille, les vapeurs organiques, les fumées de diesel, la silice cristalline et les poussières. La deuxième étape réunit les informations sur les procédés (béton bitumineux coulé, repavage, asphalte chaud, surfaçage, applications froides, etc.) et procédures nécessaires à l'estimation du potentiel d'exposition. L'évaluation préliminaire de l'exposition (étape 3) peut correspondre, dans le cas de l'asphalte-amiante où les connaissances sont limitées (étape 4), à des études éventuelles sur la présence et le niveau de concentrations de ces substances en zone respiratoire du travailleur, par simulation des conditions de travail, en essayant de se placer soit dans des conditions représentatives des situations normales ou soit, en se plaçant dans la situation du « pire scénario ». L'objectif de ces simulations est de fournir des éléments d'information qui permettront aux personnes compétentes de porter un jugement sur la plausibilité d'une exposition. En cas de confirmation de la présence et de la possibilité d'exposition à l'amiante ou tout autre contaminant, il sera avisé de planifier une évaluation approfondie de l'exposition (étape 5), telle que suggérée dans le Guide d'échantillonnage. Ajoutons que tout programme de surveillance environnementale doit s'assurer de la validité statistique et de la représentativité des résultats éventuels Cette évaluation approfondie de l'exposition s'insère bien dans un programme de prévention qui permettra, avec le temps, de collecter systématiquement les données pour réévaluer la plausibilité d'exposition, de préciser le risque à la santé et d'établir la périodicité du suivi environnemental (étape 6).

Cette méthodologie classique devrait couvrir les différentes étapes de la vie de l'enrobé bitumineux, soit :

- À l'usine (entreposage et manipulation des sacs, préposés au mixage et à l'entretien);
- Lors de l'épandage;
- Lors des travaux d'entretien mineurs et majeurs (scarification);
- Lors du recyclage ou de la mise au déchet.

À titre de commentaire qui dépasse les objectifs de notre rapport, notons que, pour un objectif d'établissement du bruit de fond, la démarche générale devrait suivre les mêmes étapes qu'à l'exemple de la prévention. Toutefois, du point de vue technique, les échantillonnages en zone respiratoire du travailleur dans des objectifs de prévention ou d'application de la loi, devraient être analysés par microscopie à contraste de phase après vérification de la présence prépondérante d'amiante dans les particules fibreuses. Les

échantillonnages du bruit de fond doivent être analysés par microscopie électronique à transmission avec identification des fibres par énergie dispersive des rayons X.

6 Remerciements

Tous nos remerciements à Jacques Blain de l'IRSST, pour les recherches rétrospectives dans la littérature scientifique et technique ainsi qu'à Lyne Boivin pour la mise en page du document.

7 Références

1. INSERM. Effets sur la santé des principaux types d'exposition à l'amiante. Les Éditions de l'INSERM, Paris, France, Chapitre 3, p. 28-45 (1997).

2. Fontaine, B. Qui surveiller pour le risque amiante? Circonstances et niveau d'exposition dans quelques professions hors déflocage et décalorifugeage. Arch. mal. prof. **58**(3) : 218-219 (1997).

3. Dietrich, M and Grünthaler, K.-H. Determination of the Emission of Asbestos Associated with the Wear of Road Surfaces Containing Asbestos. Battelle-Institut e.V. Frankfurt on Main, 65 p. January, 1981.

4. Burstyn, I. Exposure assessment for a multicentric cohort study of cancer risk among European asphalt workers. Thèse de doctorat de l'Université d'Utrecht, p. 166,(2001).

5. Ministère de la santé et des services sociaux. Épidémiologie des maladies reliées à l'exposition à l'amiante au Québec. p. 38. Septembre 2002.

6. Institut de Santé Publique, d'Épidémiologie et de Développement, University Victor Segalen, Bordeaux 2, France, http://www.isped.u-bordeaux2.fr/ISPED/2IRIS/LSTE/AMIANTE/Resultats-Resumes/FR-2IRIS-RR-Avec_sommaire.htm, consulté le 16 mai 2003.

7. Ministère de la santé et des services sociaux. Fibres d'amiante dans l'air intérieur et extérieur-État de la situation au Québec. Janvier 2003.

8. INSERM. Effets sur la santé des principaux types d'exposition à l'amiante. Les Éditions de l'INSERM, Paris, France, Chapitre 5, p. 55-77 (1997).

9. Howitt, D.G., Hatfield, J. and Fishler, G. The Difficulties with Low-Level Asbestos Exposure Assessments in Public, Commercial, and Industrial Building. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. (54) : 267-271 (1993).

10. Burstyn, I. *et al.* Estimating Exposures in the Asphalt Industry for an International Epidemiological Cohort Study of Cancer Risk. Am. J. Ind. Med. (43) :3-17, (2003).

11. Règlement sur la santé et la sécurité du travail. Extrait de la Gazette officielle du Québec, Décret 885-2001, Dépôt légal 3e trimestre 2001

12. IRSST (Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail). Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail. 7e édition revue et mise à jour. Direction des laboratoires, T-06, Août 2000.

8 ANNEXES

TABLEAU A1. Concentrations d'amiante dans l'air extérieur apportées dans la littérature

Type de milieu Environnemental	Médiane des concentrationsa			Étendue des concentrations[b]			Sensibilité analytique[c]	Preparation technique
	(s/L)	PCME (f/mL)	ng/m^3	s/L	PCME (f/mL)	ng/m^3		
MILIEU URBAIN								
À l'extérieur des écoles	25	0,00005[d]	0,12	0 – 2000	-	0 – 8	-	indirecte
À l'extérieur des écoles	10	0,0003[d]	0.08	0 – 100	0 – 0,008[d]	0 – 0,9	-	indirecte
À l'extérieur des écoles	4	-	0,02	0 – 10	-	0 – 0,07	-	indirecte
À l'extérieur des écoles	-	-	0,5	-	-	0 – 100	-	-
À l'extérieur des édifices publics	< 0,01	-	-	-	-	-	-	directe
Ville	2	< 0,002	0,03	0 – 8	0 – 0,004	0 – 20	2	directe
Toronto	6	< 0,002[f]	0,07	0 – 45	0 – 0,004[f]	0 – 0,3	2	directe
Paris	-	-	0,4	-	-	0,1 – 9	-	indirecte
Ville	-	-	1	-	-	1 – 10	-	-
Ville	-	-	-	0 – 10[g]	-	-	-	-
New York	-	-	10	-	-	0 – 100	-	-
États-Unis	-	-	1	-	-	0 – 50	-	-
Etats-Unis	-	-	3	-	-	0 – 15	-	-
Canada (Montréal)	-	0,0007[f,h]	-	-	0,0006 – 0,0009[f,i]	-	-	indirecte
Canada	-	0,0001[f,h]	1[h]	-	0 – 0,003[f]	0 – 6	-	-
Royaume Uni	-	-	-	-	-	0,1 – 1	-	-
Allemagne	3[e]	-	-	0 – 10	-	-	-	-
Suisse	-	0,004[f,h]	0,75[f,h]	-	-	-	-	-
À proximité d'une usine d'amiante	0,2	-	0,03	0 – 11	-	0 – 170	0,3	-

TABLEAU A1. Concentrations d'amiante dans l'air extérieur rapportées dans la littérature (suite)

Type de milieu	Médiane des concentrations			Étendue des concentrations[b]			Sensibilité analytique[c]	Préparation technique
Environnemental	(s/L)	PCME (f/mL)	ng/m³	S/L	PCME (f/mL)	ng/m³		
MILIEU URBAINr								
Royaume Uni	-	-	< 1	-	-	< 1	< 1	directe
Circulation intense	4.0h	0,0004f,h	-	< 2 – 31,7	-	-	0,05 0,00005	directe
Circulation intense	-	-	2h	-	-	1 – 8	0,1	indirecte
Circulation intense	0,5h	0,00016f,h	-	-	0 – 0,00016f,h	-	0,00008	directe
Japon (résidentiel)	19,8	-	0,23	< 4 – 111	-	< 0,02 – 9,89	-	indirecte
Japon (industriel)	14,0	-	0,18	< 4 – 91	-	< 0,02 – 10	-	indirecte
Etats-Unis (70 écoles)	2h	0h	0,1h	08,6j	0	0 – 0,39j	-	directe
Milieu rural								
Japon (agricole)	21,8	-	0,17	7 – 47	-	0,08 – 0,29	-	indirecte
Royaume Uni (campagne)	-	-	< 1	-	-	< 1	-	-
Bruit de fond Royaume Uni	-	-	< 1 4h	-	-	< 1 3 – 5	-	-
Semi-urbain	0,6	< 0,0006d	0,003	0 – 6	0 – 0,0002	0 – 9	0,6	indirecte
Éloigné	< 0,4	< 0,0004	-	0 – 0,4	< 0,0004	0 – 0,008	0,4	directe
Éloigné	-	-	0,03	-	-	0,1 – 2	-	-
Éloigné	-	-	-	0,03 – 0,9	-	-	-	directe
Ontario	2	< 0,002f	0,002	0 – 30	< 0,002f	0 – 0,2	2	directe
Ontario	-	-	-	0 – 0,3g	-	-	-	-
Australie	-	< 0,0001f,h	-	-	-	-	-	-

Source : Health Effects Institute-Asbestos Research (HEI). (1991). Reproduit de la référence (7).

a Valeurs qui représentent les médianes estimées pour l'ensemble des concentrations rapportées dans l'étude. Dans certains cas, les valeurs représentent la médiane d'un ensemble de moyennes. Dans d'autres cas, seules des valeurs moyennes peuvent être estimées.

b Les valeurs les plus basses et les plus élevées dans chaque étude sont présentées comme l'étendue des concentrations rapportées. Dans certains cas, les valeurs présentent un ensemble de moyennes provenant de plusieurs localisations.

c Les valeurs sont des moyennes estimées à partir de la sensibilité analytique rapportée pour chacune des mesures réalisées dans l'étude.

d Basé sur des analyses en microscopie à contraste de phase (PCM) plutôt que sur des analyses en microscopie électronique à transmission (TEM).

e Valeurs estimées à partir d'une seule mesure.

f Toutes les fibres plus grandes que 5 µm plutôt que des fibres mesurées en microscopie optique à contraste de phase.

g Valeurs estimées.

h Valeur qui représente la moyenne d'un ensemble de concentrations (et non pas la médiane).

i Étendue de moyennes provenant de multiples échantillons de différentes localisations.

j 95% percentile. PCME : équivalent de fibres par microscopie en contraste de phase.

TABLEAU A 2. Études sur les concentrations de fibres d'amiante dans l'air extérieur

MILIEU D'ÉTUDE	MÉTHODE	RÉSULTATS
Grandes villes des Etats-Unis	META	1 ng/m^3 - 10 ng/m^3 New York +++ (freins) ↑ 8200 ng/m^3 près des usines d'amiante
Ontario : 5 localités, métro Toronto, certains bâtiments	META	Pas de situation « anormale »!
Baie-Verte, Terre-Neuve	META	24 f/l (moy.) (0.024 f/ml)
Pays-Bas	META	4 f/l (près d'une usine d'amiante-ciment), (0.004 f/ml) 3.6 f/l (dans un tunnel routier), (0.0036 f/ml) 0.7 f/l (Amsterdam et Rotherdam), (0.0007 f/ml)
Allemagne	Microscopie électronique à balayage	– 18 f/l (près des usines d'amiante-ciment et des matériaux de friction) , (0.001 – 0.018 f/ml)
Grande-Bretagne	META	< 4 ng/m^3 (moy. bruit de fond en milieu urbain) 35 – 1300 ng/m^3 (près des usines d'amiante) 200 ng/m^3 (près des dépotoirs de déchets)

Source : Sébastien P. et coll. (1986), reproduit de la référence 7.

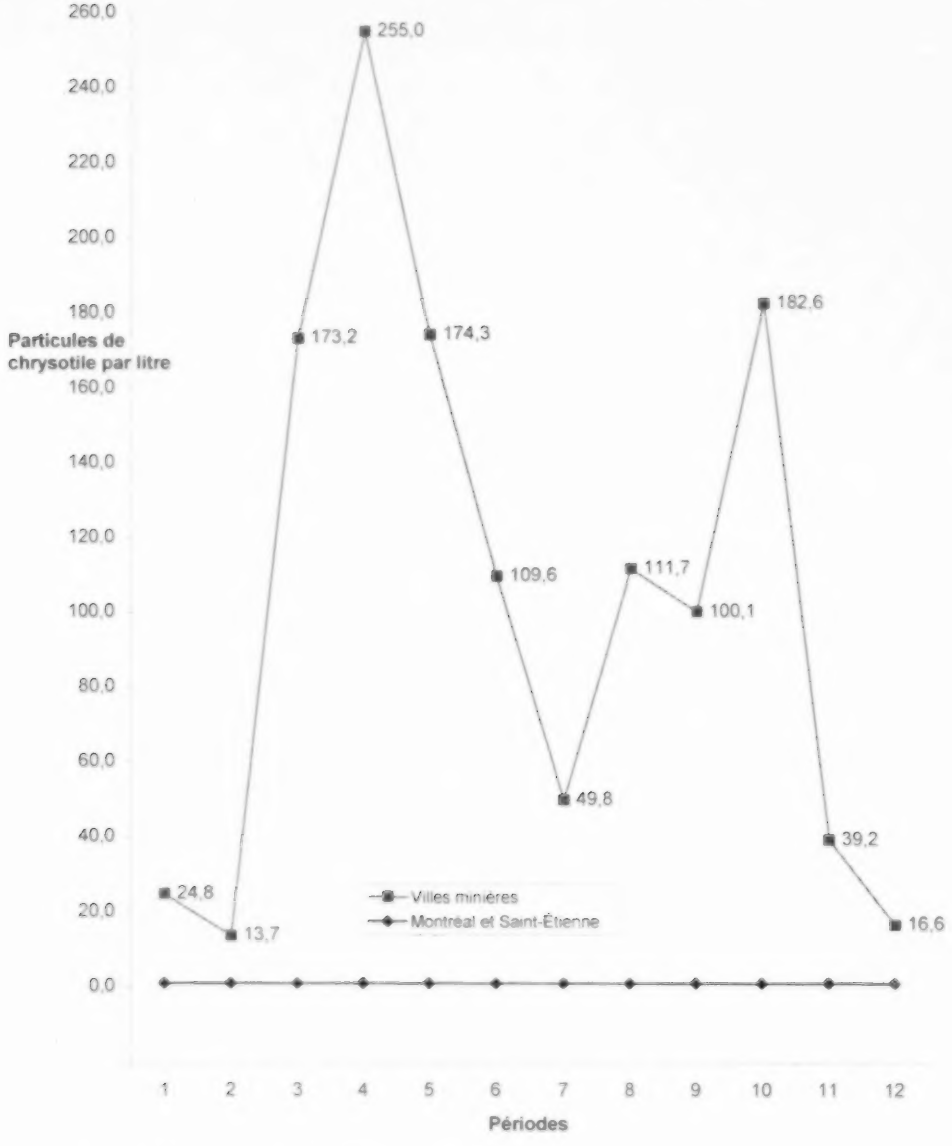
TABLEAU A3 : Concentrations de particules de chrysotile* : moyennes annuelles par poste et par région

Poste n°	Nombre d'échantillonnages	Moyenne géométrique	Écart-type géométrique	Moyenne arithmétique estimée*
Saint-Étienne 000	9	0,6	1,3	0,6
Montréal 012	10	0,9	2,2	1,2
Asbestos 706	11	29,8	3,1	47,6
Asbestos 709	11	37,2	3,3	57,5
Thetford-Mines 722	12	64,2	3,4	107,9
Thetford-Mines 723	12	16,7	3,1	26,8
Thetford-Mines 725	11	61,5	3,3	102,3
Black-Lake 732	12	86,2	3,7	153,2
Black-Lake 736	12	141,4	3,1	223,4
Saint-Étienne et Montréal 000 et 012	19	0,7	1,9	0,9
Asbestos 706 et 709	22	33,3	2,9	52,5
Thetford-Mines 722, 723 et 725	35	39,9	5,7	73,7
Black-Lake 732 et 736	24	110,4	3,4	188,7

Source : Sébastien P. et coll. (1986), reproduit de la référence 7.

* : Nombre de fibres de chrysotile par litre, d'une longueur supérieure à 5 microns. Suivant la technique de Oldham, *Biometrics*, 1965, no 213, pp. 235-239

Figure A1
Variation saisonnière de la pollution atmosphérique par l'amiante



Source : Sébastien P. et coll. (1986), reproduit de la référence 7.